

13.01.2005

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 4 年   1 月 1 5 日  
Date of Application:

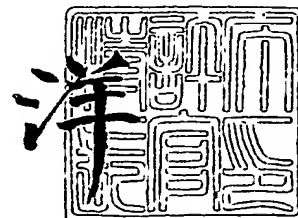
出 願 番 号            特 願 2 0 0 4 - 0 0 7 7 8 6  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 4 - 0 0 7 7 8 6 ]

出      願      人            松 下 電 器 産 業 株 式 会 社  
Applicant(s):

2 0 0 5 年   2 月 1 7 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 2900750524  
【提出日】 平成16年 1月15日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01S 5/00  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 パナソニックモバイルコミュニケーションズ株式会社内  
    【氏名】 東郷 仁麿  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 パナソニックモバイルコミュニケーションズ株式会社内  
    【氏名】 尾田 勝哉  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 パナソニックモバイルコミュニケーションズ株式会社内  
    【氏名】 佐藤 吉保  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 パナソニックモバイルコミュニケーションズ株式会社内  
    【氏名】 浅野 弘明  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000005821  
    【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100105647  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 小栗 昌平  
    【電話番号】 03-5561-3990  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100105474  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 本多 弘徳  
    【電話番号】 03-5561-3990  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100108589  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 市川 利光  
    【電話番号】 03-5561-3990  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100115107  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 高松 猛  
    【電話番号】 03-5561-3990  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100090343  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 栗宇 百合子  
    【電話番号】 03-5561-3990

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 092740

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 特許請求の範囲 1

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0002926

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

光強度変調された信号光を出力する発光素子を備えた光送信器において、  
前記発光素子付近の環境温度が上昇すると前記発光素子の平均光出力を増大させる制御手段を備える光送信器。

**【請求項 2】**

前記制御手段は、前記発光素子の平均駆動電流を制御する請求項 1 に記載の光送信器。

**【請求項 3】**

前記制御手段は、前記発光素子付近の環境温度と前記発光素子の平均光出力に応じて、  
前記平均駆動電流を制御する請求項 2 に記載の光送信器。

**【請求項 4】**

前記制御手段は、前記発光素子付近の環境温度に応じたデータのみで前記平均駆動電流を制御する請求項 1 に記載の光送信器。

【書類名】明細書

【発明の名称】光送信器

【技術分野】

【0001】

本発明は、光伝送技術を用いて映像配信や移動体無線信号の伝送等を行う光伝送システムにおける光送信器に関するものである。

【背景技術】

【0002】

多チャンネル映像信号の伝送や、移動体通信などの無線伝送システムにおける基地局とアンテナ間の長距離伝送などには、周波数多重された高周波信号を発光素子（例えばレーザ）の光強度に重畳させる光ファイバ伝送技術などが利用されている。

【0003】

ところで、このような光伝送システムでは、上記周波数多重信号などのアナログ信号の伝送品質を示す指標として「歪特性」と「雑音特性」がある。

この光伝送において、歪特性と雑音特性は、レーザでの歪特性と「信号対雑音比」（Relative Intensity Noise、これを「RIN」とよぶ）の特性が支配的要因の一つとなっている。一方、このレーザの「歪特性」や「RIN特性」は、レーザの「平均駆動電流」や高周波信号の振幅（これを「高周波信号振幅」とよぶ）と相関性があることも知られている。

このような事情から、レーザの平均駆動電流の設定と、この平均駆動電流に重畳する高周波信号振幅の設定は、歪特性と雑音特性が劣化しないように行う必要があった。

【0004】

例えば、「変調度」（＝レーザの平均駆動電流に対する高周波信号振幅の比）を大きくすると、キャリア対雑音比（Carrier to Noise Ratio、これを「CNR」とよぶ）は向上するが、レーザの「歪特性」は劣化することが知られている。従って、レーザの歪特性と雑音特性ができるだけ劣化しないような変調度の最適設定が必要である。

【0005】

また、レーザは、高温になると「スロップ効率」（＝レーザの駆動電流に対する光パワーの変化率）が小さくなるため、モニタ用のPD（Photo Diode）などを設けてこれから出力するモニタPD電流を検出するとともに、制御回路を用いてこの「モニタPD電流」を一定に制御することにより、光パワーを一定に維持すること（「APC制御（自動出力制御）」；Automatic Power Control）が一般的に行われている。同時に、このレーザでは、スロップ効率が小さくなることで「高周波信号振幅」が低下して「変調度」も低下することから、レーザに入力する変調信号の強度（これを「変調信号強度」とよぶ）を大きくすること（変調度制御）が必要である。

【0006】

上述した方法は、アナログ信号に関するレーザの変調方法であるが、デジタル信号の変調方法も同様である。また、このデジタル信号の変調方法として、例えば、光パワーが一定になるようなAPC制御と同時に、「消光比」（＝変調器で透過光の強度を変化させたときの透過光強度の最大と最小の比）が劣化しないようにデジタル信号振幅の制御を組合せた変調方法なども知られている。

【0007】

図8には、このような従来例として、特許文献1に記載されている光送信器の変調方法を示す。

この光送信器では、レーザ（LD）101及び変調回路102の他に、モニタ用受光素子（例えば、フォトダイオードなど。以下、これを「モニタPD」とよぶ）103の電流が一定となるようにAPC（自動出力制御）回路104を設けており、これによってレーザ（LD）101の駆動電流を制御するようになっている。一方、温度変動による「変調度」または「消光比」の劣化を抑制するために、温度センサ105と、温度制御回路106と、冷却素子107とを設けている。

## 【0008】

このような光送信器にあっては、高温になると冷却素子107の冷却能力が低下し、レーザ101の温度が上昇する傾向にある。そこで、レーザ101の近傍に設置した温度センサ105でレーザ101付近の温度変化を検知し、温度制御回路106を介して変調回路102にフィードバックすることで、レーザ101の温度上昇に起因する「変調度」や「消光比」の劣化が起きないように補正するものも知られている。

## 【0009】

このように、従来のレーザの変調方式における温度変動に対する対策は、ペルチエ素子などの冷却素子を有する温度制御回路を用いるか、または温度変動の影響を考慮した光パワー及び変調度制御を用いることが一般的であった。

## 【0010】

ところが、温度制御回路を用いる方法では、ペルチエ素子など高価な部品が必要な上に、装置の消費電力が大きくなってしまいうという問題があった。一方、温度変動を考慮した光パワーと変調度制御に関する従来の方法は、単に光パワーを一定にする（APC制御）ことや、光変調度を一定（変調信号強度の制御）にすることを目的としたものであり、レーザの歪特性や雑音特性の温度変動は考慮していないため、高温時の特性劣化を完全に除去できるものではなかった。

## 【0011】

また、映像信号伝送や移動体基地局間通信などのアナログ伝送では、光信号パワーを大きくすることで、長距離伝送が可能になるとともに光分岐数を増やすことが可能になるため、平均駆動電流を増大させてできるだけ光パワーを大きくしたい、といった要求もある。

しかしながら、このアナログ伝送では、光パワーを大きくし過ぎると、レーザの寿命が短くなるので、必要以上に大きくすることはできないといった事情もある。

## 【0012】

また、例えば、非特許文献1や特許文献2の公報にも記載されているように、レーザの歪特性と前述したRINの劣化要因の一つとして、「緩和振動周波数 $f_r$ 」（半導体レーザ固有振動周波数）によるものが知られている。

即ち、この緩和振動周波数 $f_r$ は、レーザの駆動電流（バイアス電流） $I_b$ としきい値電流（レーザが発振し始めるのに必要とする電流） $I_{th}$ とに対して、次式のような相関性

## 【0013】

$$f_r \propto [(I_b - I_{th}) / I_{th}]^{1/2} \quad \dots (1)$$

## 【0014】

があることが理論的に知られている。

従って、この緩和振動周波数 $f_r$ を定義する（1）式によれば、しきい値電流 $I_{th}$ が大きいほど、またレーザの駆動電流 $I_b$ が小さいほど、緩和振動周波数 $f_r$ が小さくなることが、数学的に理解できる。

## 【0015】

ところで、この緩和振動周波数 $f_r$ が低くなると、キャリア（搬送波）信号周波数が緩和振動周波数 $f_r$ に近づくため、歪特性とRIN特性が劣化することが知られている。ところが、この緩和振動周波数 $f_r$ は、温度に大きく依存するといった一面も有している。このため、レーザ周辺の温度が歪特性とRIN特性に悪影響をもたらす可能性があるが、従来の変調方式はこの特性劣化要因を考慮したものではなかった。

【特許文献1】特開2001-156719号公報

【特許文献2】特開2003-224522号公報

【非特許文献1】「IEEEジャーナル・オブ・セレクトイド・エリアズ・イン・コミュニケーションズ」、Vol. 8、No. 7、pp1359-1364、1990年

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【0016】

本発明は、上述した従来例の課題を解決するもので、発光素子の周辺環境温度が高温となった場合に、緩和振動に起因する発光素子の特性劣化を抑制することができる光送信器を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0017】

本発明の光送信器は、光強度変調された信号光を出力する発光素子を備えた光送信器において、

前記発光素子付近の環境温度が上昇すると前記発光素子の平均光出力を増大させる制御手段を備えるものである。

## 【0018】

温度変動を考慮した光パワーと変調度制御に関する従来の方法は、単に光パワーを一定にする（APC制御）ことや、光変調度を一定（変調信号強度の制御）にすることを目的としたものであった。従って、例えば発光素子として（半導体）レーザを用いると、従来はこのレーザの「歪特性」や「雑音特性」の温度変動は考慮していないために、高温時の特性劣化を完全に除去できるものではなかったが、本発明によれば、高温時の特性劣化を除去できるようになる。即ち、高温時において「緩和振動」に起因する「歪特性」と「RIN特性」の劣化を抑制することができる。

## 【0019】

また、本発明の光送信器は、前記制御手段が、前記発光素子の平均駆動電流を制御するものである。

## 【0020】

この構成により、従来のようなペルチエ素子（冷却素子）など高価な部品を有する温度制御回路（但し、温度センサおよび温度検出回路は必要）が必要なくなるので、光送信器の消費電力が削減可能となる。

## 【0021】

また、本発明の光送信器は、前記制御手段が、前記発光素子付近の環境温度に応じて、前記平均駆動電流を制御するものである。

## 【0022】

この構成により、高温になるにつれてレーザ平均出力光（パワー）が大きくなるように、APC制御のときに比べて平均駆動電流をさらに大きく制御することによって、緩和振動周波数の低下に起因する歪特性及びRIN特性の劣化を抑制することができる。

## 【0023】

また、本発明の光送信器は、前記制御手段は、前記発光素子付近の環境温度に応じたデータのみで前記平均駆動電流を制御するものである。

## 【0024】

この構成により、モニタPDが不要になる。

## 【発明の効果】

## 【0025】

本発明によれば、発光素子の平均光出力パワーが高温になるにつれて大きくなるような発光素子の平均駆動電流の制御を行うことにより、高温時において緩和振動に起因する歪特性とRIN特性劣化を抑制することができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0026】

以下、この発明における実施の形態について、添付図面を参照しながら説明する。

## 【第1の実施形態】

図1は、本発明の実施形態に係る光送信器を示すものであり、この光送信器は、データ入力端子1と、変調回路2と、発光素子である半導体レーザ（LD）3と、モニタPD4と、温度センサ5との他に、温度検出回路6と、平均駆動電流制御回路7を備えている。

## 【0027】

半導体レーザ 3 には、端面発光型を用いており、具体的には、ファブリーペロー型レーザ (FP-LD) が用いられているが、安定したシングルモードのコヒーレント光を出射する分布帰還型レーザ (DFB) などであってもよい。

【0028】

モニタ PD 4 は、半導体レーザ 3 の発光強度をモニタするものであり、端面発光する半導体レーザ 3 の出力背面光を受光すると、光電変換を行って光電流 (モニタ PD 電流) を発生するとともに、このモニタ PD 電流を平均駆動電流制御回路 7 へ出力するようになっている。このため、このモニタ PD 4 は、出力が平均駆動電流制御回路 7 の入力に接続されている。

【0029】

温度センサ 5 は、半導体レーザ 3 の環境温度 (周辺温度) を検出すると、その温度に応じた電圧を出力するようになっており、出力が平均駆動電流制御回路 7 の入力に接続されている。

【0030】

温度検出回路 6 は、温度センサ 5 からの電圧信号に応じて所定の検出信号を変調回路 2 および平均駆動電流制御回路 7 へ出力するものであり、入力が温度センサ 5 の出力に接続されているとともに、出力が変調回路 2 および平均駆動電流制御回路 7 の各入力に接続されている。

【0031】

平均駆動電流制御回路 7 は、温度検出回路 6 の検出信号に応じて半導体レーザの平均駆動電流を制御するものである。この場合、半導体レーザ (LD) 3 の周辺温度が上昇するのに伴いモニタ PD 4 から出力されるモニタ PD 電流が増大するように、延いては半導体レーザ 3 の平均駆動電流が増大するように、電流制御を行う。モニタ PD 4 のモニタ PD 電流と温度検出回路 6 の検出信号に応じて、半導体レーザ 3 周辺の環境温度を考慮した所定の平均駆動電流をバイアス電流  $I_b$  として半導体レーザ (LD) 3 へ入力するように構成されている。

【0032】

ここで、本発明で使用する主な用語の定義等について、確認のため以下に説明する。

駆動電流 ( $I_b$ ) は、半導体レーザ 3 を駆動させるのに必要とするしきい値レベルを越える電流 (注入電流) のことである。レーザ駆動電流に変調信号電流すると振幅変調された光信号が得られる。このように、レーザ駆動電流に変調信号を重畳して信号光を得る方法を直接変調方法とよぶ。

【0033】

なお、平均駆動電流制御回路 7 から出力される駆動電流を、「平均駆動電流」として頭に「平均」の文字を付加した。本発明では、環境温度の変化という比較的緩やかな時間的変化 (せいぜい数秒程度のオーダーでの変化) に着目し、この温度変化に倣って駆動信号を変化させている。従って、数秒程度の間の駆動電流の平均値を、「平均駆動電流」として称呼する。また、後述する「平均光出力 (パワー)」についても、同様である。

【0034】

次に、本実施形態の動作について説明する。

データ入力端子 1 に入力された送信すべきデータ信号、つまり変調信号は、変調回路 2 に入力する。この変調回路 2 では、データ信号に対応する変調電流を生成し、この変調電流を半導体レーザ 3 へ入力する。また、半導体レーザ 3 には、平均駆動電流制御回路 7 より駆動電流も供給される。これにより、半導体レーザ 3 が発振して直接変調方式により光強度変調された所定波長のコヒーレント光を出射する。

このとき、半導体レーザ 3 の発光強度をモニタするモニタ PD 4 のモニタ PD 電流と半導体レーザ (LD) 3 周辺の環境温度を測定する温度センサ 5 の出力電圧が、平均駆動電流制御回路 7 に入力する。

【0035】

一方、この平均駆動電流制御回路 7 では、半導体レーザ 3 周辺の環境温度の上昇に伴い



モニタPD電流が増大するように駆動電流制御を行い、平均駆動（バイアス）電流として半導体レーザ3へ入力する。これにより、半導体レーザ3の環境温度の変動に応じて、平均駆動（バイアス）電流が制御される。

なお、ここで、前述の温度変動に対して半導体レーザ3のスロープ効率（＝レーザの駆動電流に対する光出力（パワー）の変化率）が変化することを補償するために、変調回路2では、温度センサ5の出力電圧をもとにした温度検出回路6からの検出信号により、半導体レーザ3の変調度の制御も行う。

#### 【0036】

これにより、例えば半導体レーザ3の環境温度が増大すると、モニタPD4のモニタPD電流が増大するように、平均駆動電流制御回路7が平均駆動（バイアス）電流を増大させ、平均光出力（パワー）が増大する。逆に、半導体レーザ3の環境温度が低下すると、モニタPD4のモニタPD電流が減少するように、平均駆動電流制御回路7が平均駆動（バイアス）電流を減少させ、平均光出力が減少する。このように、半導体レーザ3の環境温度の上昇に伴い、半導体レーザ3の光出力が増大するように出力制御を行う。

#### 【0037】

次に、半導体レーザ3の駆動電流の制御方法と変調度の制御方法について、その原理を以下に詳細に述べる。なお、図2及び図3には、平均光出力（パワー）を一定にする従来のAPC制御を行った場合と、本発明の第1の実施形態での温度制御を行った場合とについて、「平均光出力（パワー）」と「緩和振動周波数 $f_r$ 」の温度変化の一例を示す。

#### 【0038】

従来のAPC制御では、図9に示すように、半導体レーザ3付近の環境温度が高温の状態において駆動電流を大きくしているが、本発明の発明者によって行われた各種の実験及び解析などの結果、このAPC制御を行っても、高温においては図10に示すように、「緩和振動周波数 $f_r$ 」が低くなっていることが判明し、これが高温での「歪特性」や「RIN特性」の劣化の支配的要因の一つになっていることがわかった。

#### 【0039】

一方、本発明の温度制御では、高温において、従来のAPC制御の場合よりも駆動電流をさらに大きくすることで、図2に示すように、半導体レーザ3付近の環境温度が高温になるにつれて平均光出力（パワー）が上昇するように構成している。このように構成すると、図3に示すように、高温での「緩和振動周波数 $f_r$ 」の低下をうまく抑制できる、つまり低温（例えば0度）から高温（例えば80度）まで「緩和振動周波数 $f_r$ 」を略一定に維持できることが確認された。

#### 【0040】

このように、本発明の発明者は、従来のように半導体レーザ3の平均光出力（パワー）を半導体レーザ3の周辺温度によらず一定に制御するのではなく、「半導体レーザ3の周辺が高温状態になるにつれて平均光出力（パワー）が大きくなる（図2参照）」ように半導体レーザ3の平均駆動電流を制御すれば、半導体レーザ3の周辺温度が高い場合に「緩和振動周波数 $f_r$ 」に起因して発生する「歪特性」と「RIN特性」の劣化をうまく抑制できる、という知見を得た。以下に、その理由を詳細に説明する。

#### 【0041】

初めに、ファブリーペロー型レーザ（FP-LD）の「スロープ効率」（＝レーザの駆動電流に対する光出力パワーの変化率）と、しきい値電流（レーザが発振し始めるのに必要とする電流）の温度依存性についての評価結果の一例について、図4、5に示す。

#### 【0042】

図4に示すように、半導体レーザ3の周辺温度が高くなるにつれて半導体レーザ3のスロープ効率（ $W/A$ ）が低下するため、従来のAPC制御では、高温で平均駆動電流が増大するような電流制御を行っていた。

つまり、従来の変調方式では、[背景技術]の欄で説明したように、平均光出力（パワー）が一定となるように、APC制御を行っていた。このAPC制御を実際に行ったときに得られた、温度に対する平均駆動電流の変化の様子を示すグラフが図9である。

また、このAPC制御での電流制御を行ったときの半導体レーザ3の「緩和振動周波数 $f_r$ 」の変化を図10に示す。

【0043】

従来のAPC制御では、この図10に示すように、半導体レーザ3の周辺温度が高温になるにつれて「緩和振動周波数 $f_r$ 」は徐々に低下しており、高温時において「歪特性」と「RIN特性」が劣化することがわかる。

【0044】

実際のレーザでは、高温時においては、従来のAPC制御によると、駆動電流 $I_b$ の増加に比べてしきい値電流 $I_{th}$ の増加が大きいため、(1)式の分母および分子にあるしきい値電流 $I_{th}$ の項が大きく利いてくることになる。このため、実際には、高温時において、「緩和振動周波数 $f_r$ 」は小さくなる。これが原因となり、「緩和振動周波数 $f_r$ 」は図10のような単調減少のカーブを描くグラフ(関数)となる。

【0045】

このように、従来のAPC制御方式は、高温で平均駆動電流 $I_b$ を大きくする制御であるが、「緩和振動周波数 $f_r$ 」の劣化を抑制するには不十分であり、平均駆動電流 $I_b$ をそれ以上に大きくする必要があることが、本発明者による実験により判明した。

つまり、「緩和振動」による「歪特性」と「RIN特性」の劣化抑制には、図6に示すように、高温においてAPC制御による平均駆動電流値よりももっと大きな駆動電流で制御可能となることが、明らかとなったわけである。

特に、伝送信号の周波数が高い場合は緩和振動周波数に近づくため、その影響を受けやすく、本実施形態による特性改善効果が一層大きくなる。

【0046】

[第2の実施形態]

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。

本発明の駆動電流の制御である、温度上昇に伴い光パワーが大きくなるような駆動電流の制御方法の一つに、フィードフォワード方法がある。これについて、以下に説明する。なお、本実施形態では、第1の実施形態と同様の回路構成でよいが、モニタPDは不要である。

【0047】

i) 初めに、半導体レーザ3のしきい値電流 $I_{th}$ の温度依存性( $I_{th} = I_{th}(T)$ 、 $T$ :温度)を測定し、前述した(1)式の「緩和振動周波数 $f_r$ 」が低下しないように、駆動電流 $I_b$ の温度依存関数 $I_b(T)$ を決定する。

ii) 次に、駆動電流 $I_b = I_b(T)$ となるように、温度センサの出力電圧の関数で駆動電流 $I_b$ を変化させて半導体レーザに出力させる構成の駆動電流制御回路を設ければよい。

【0048】

このように構成すれば、温度 $T$ に対して平均駆動電流が一意的に決まるので、フィードフォワード方式の平均駆動電流制御回路は、モニタPD電流入力が不要で、温度センサ5の出力信号のみでよい。つまり、本実施形態では、前述したように第1の実施形態において、モニタPDを除いた構成で光送信器が実現できる。

但し、フィードフォワード方式を用いると、使用する半導体レーザ3のしきい値電流 $I_{th}$ 及びその温度依存性にサンプルばらつきがある場合、半導体レーザ3ごとに温度依存性の評価が必要なため、半導体レーザを備えた光送信器の生産工程にある程度の時間を要する。

【0049】

[第3の実施形態]

次に、もう一つの駆動電流制御方法を用いた本発明の第3の実施形態に係る光送信器について、図7を参照しながら説明する。なお、本実施形態において、第1の実施形態と同一部分には同一符号を付して重複説明を避ける。

【0050】

本実施形態の光送信器が第1の実施形態と異なるのは、図7に示す平均駆動電流制御回路7の部分である。従って、以下では主にこの平均駆動電流制御回路7部分を詳細に説明する。

本実施形態の平均駆動電流制御回路7では、電流制御用に設けた定電流回路71の電圧入力端子とモニタPDの出力端子との間に可変抵抗72を並列に挿入するとともに、この可変抵抗72と直列に電圧制御型の可変抵抗73を追加挿入している。具体的には、この平均駆動電流制御回路7は、レーザ駆動電流を供給するための定電流回路71の制御電圧入力端子とモニタPDの入力を接続し、この制御電圧入力端子とグランドとの間に可変抵抗72、73を設けた構成となっている。

#### 【0051】

直列接続した可変抵抗73には、温度検出回路6の出力が接続されており、検出信号に応じて抵抗値が変化する。可変抵抗の抵抗値の変化により、モニタPD電流に基づく制御電圧が変化し、駆動電流が制御される。

光出力パワーは、この可変抵抗73と可変抵抗72の抵抗値の和で定められる。常温において、可変抵抗72を調整することで、所望の光パワーの設定が可能である。一方、可変抵抗73の抵抗値は、温度センサ5の出力電圧で制御されており、半導体レーザ周辺が高温の状態では抵抗値が増大し、レーザ駆動電流が大きくなるように制御される。

#### 【0052】

これにより、高温では、レーザ平均駆動電流が従来のAPC制御でのレーザ平均駆動電流よりもより大きくなり、平均光出力（パワー）を高温で大きくするための制御が容易に可能となる。なお、高温での平均光出力の上昇度は、可変抵抗73の抵抗値及び温度センサ5の出力電圧に対する変化率で決められる。

#### 【0053】

なお、第3の実施形態に係る制御方法は、第2の実施形態のフィードフォワード方式に比べて、レーザのしきい値電流 $I_{th}$ の温度依存性を予め測定しなくとも、高温で高出力の平均光パワー制御が容易に達成できるとともに、平均光パワーのフィードバック制御を行っているため、レーザ光出力が安定する。

#### 【0054】

なお、本発明者により、高温での光パワーの上昇度が大きいほど、「緩和振動」による「歪特性」と「RIN特性」の劣化は小さいことが判明しているが、光パワー上昇度を大きくし過ぎると、高温で光パワーが大きくなることによりレーザ寿命が低下するおそれがある。ところが、「緩和振動周波数」が低下しなければ「歪特性」と「RIN特性」は劣化しないので、「緩和振動周波数」が上昇するほどの大きな光パワーは不要である。そこで、本実施形態では、可変抵抗72と可変抵抗73の抵抗値を最適に設定することで、これを容易に実現することができる。

#### 【0055】

なお、本発明の駆動電流制御方式では、図2に示すように、平均光出力（パワー）に温度変動が生じることになるが、これに対する対策を以下に述べる。

アナログ信号の伝送においては、デジタル伝送とは異なり、レーザの変調信号強度が一定であれば、レーザの平均駆動電流（＝信号のDC成分）が変化しても受信信号レベルはほとんど変動しない。従って、信号レベル変動と平均駆動電流の変動とは無関係であり、信号レベル変動を抑制する制御は、上記の駆動電流制御とは独立に行えばよい。

#### 【0056】

例えば、温度変動に対するスロープ効率の依存性を予め測定し、変調信号強度を温度に応じて変化させる制御回路を変調回路2に付設することにより、これが可能となる。また、光伝送システムでは、伝送損失のばらつきを考慮し、光受信器では受信レベルが変動してもよいように、受信のダイナミックレンジが確保されているものが一般的であり、変調信号の振幅変動はある程度許容される。

以上のように、本発明の駆動電流制御方式による平均光パワーの温度変動は、アナログ信号の伝送特性には影響を与えず、信号レベル調整は変調度制御と独立に行うことで実現

できる。

【0057】

また、上記実施例の駆動電流制御では、低温から高温にわたって「緩和振動周波数」が劣化しないように、平均光パワーの制御を行っている構成のものだが、本発明の場合、低温では「緩和振動周波数」の影響は小さいので、平均光パワー制御を所定温度以上の高温領域のみで行う構成としてもよい。

【0058】

また、本発明では、キャリア(搬送波)信号周波数に起因した発光素子の特性劣化を抑制するべく、平均駆動電流に関する制御を図る構成の光送信器であって、変調信号については何も言及しているものでない。

【0059】

なお、従来は半導体レーザの温度を正確に測定するために、温度センサは半導体レーザに近接させているが、本発明では、上記の駆動電流の温度制御は動作環境温度に対して行うものであり、温度センサは、発光素子(半導体レーザ)とは少し離れた場所の温度を測定するように構成している。

なぜなら、本発明では、駆動電流制御方法として、高温で駆動電流が大きくなることにより発光素子(半導体レーザ)の温度が上昇し、この温度上昇を温度センサが検知すると、発光素子(半導体レーザ)の駆動電流に正のフィードバックがかかり、制御回路が暴走するおそれがあるからである。

【産業上の利用可能性】

【0060】

本発明の光送信器は、発光素子の平均光出力(パワー)が高温になるにつれて大きくなるような発光素子の平均駆動電流の制御を行うことにより、高温時において緩和振動に起因する歪特性と R I N 特性劣化を抑制することが可能になるとともに、光伝送技術を用いて映像配信や移動体無線信号伝送を行う光伝送システムでの光送信器として利用するのに有用である。

【図面の簡単な説明】

【0061】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る光送信器の概略構成を示すブロック図

【図2】本発明の第1の実施形態に係るレーザと従来のレーザとの光出力の温度依存性の違いを示すグラフ

【図3】本発明の第1の実施形態に係るレーザと従来のレーザとの緩和振動周波数の温度依存性の違いを示すグラフ

【図4】本発明の第1の実施形態に係るレーザのスロープ効率の温度依存性を示すグラフ

【図5】本発明の第1の実施形態に係るレーザのしきい値電流の温度依存性を示すグラフ

【図6】本発明の第1の実施形態に係るレーザと従来のレーザとの駆動電流の温度依存性の違いを示すグラフ

【図7】本発明の第3の実施形態に係る平均駆動電流制御回路の構成を示すブロック図

【図8】従来の光送信器の概略構成を示すブロック図

【図9】従来のレーザ変調方法での駆動電流の温度依存性を示すグラフ

【図10】従来のレーザ変調方法での緩和振動周波数の温度依存性を示すグラフ

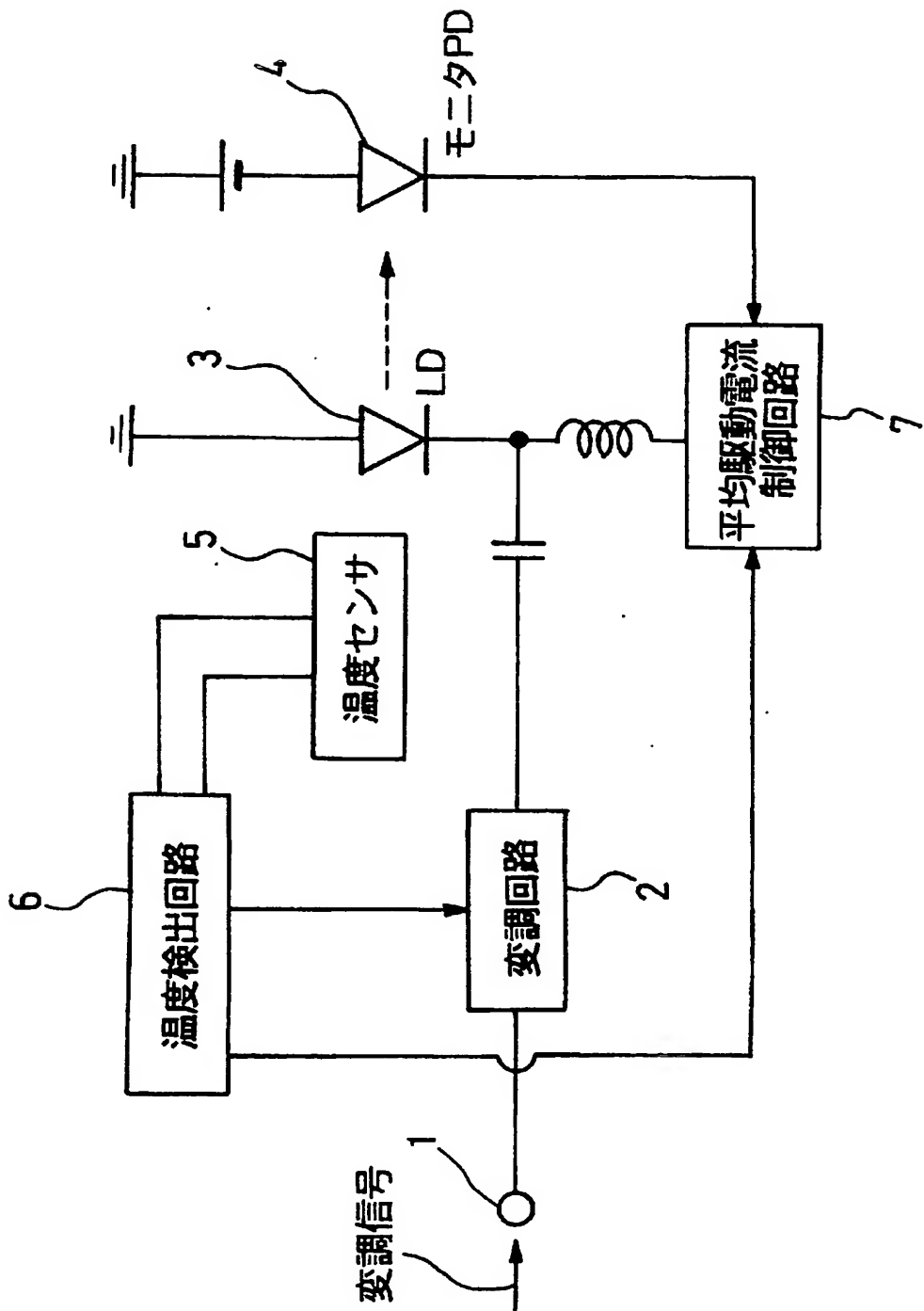
【符号の説明】

【0062】

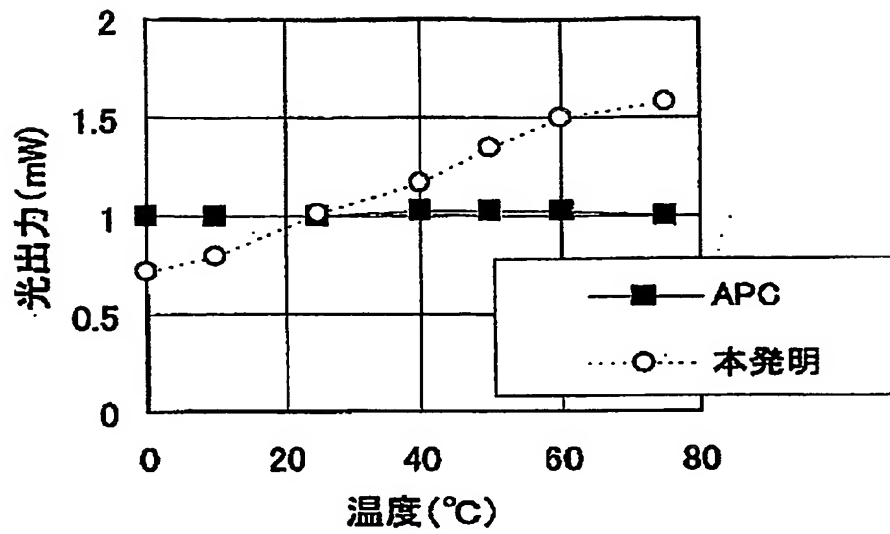
- 1 データ入力端子
- 2 変調回路
- 3 発光素子(半導体レーザ; LD)
- 4 モニタPD

- 5 温度センサ
- 6 温度検出回路
- 7 平均駆動電流制御回路（制御手段）
- 7 1 定電流回路
- 7 2 可変抵抗
- 7 3 可変抵抗（電圧制御型）

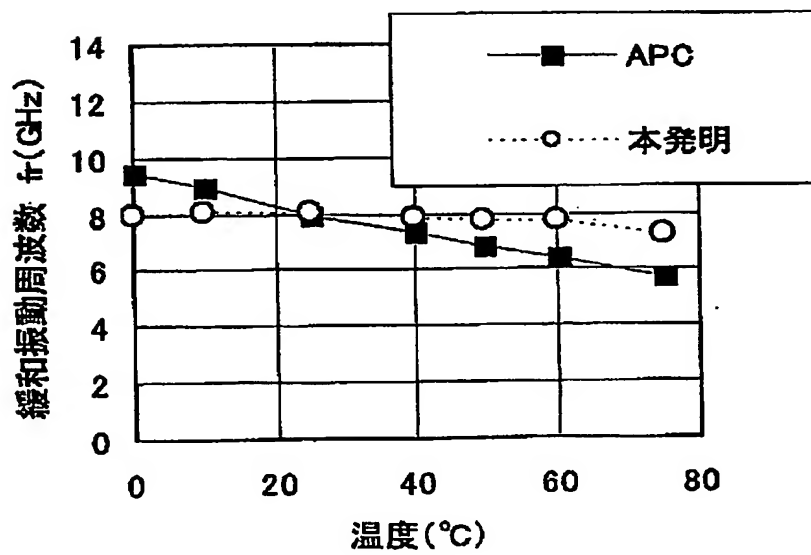
【書類名】 図面  
【図 1】



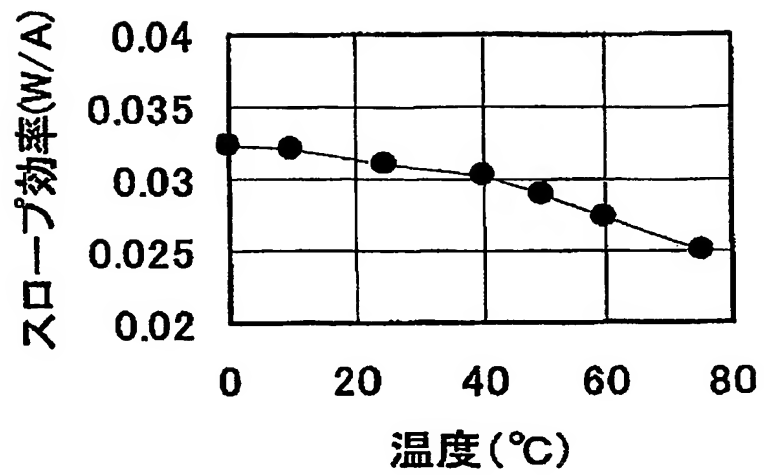
【図 2】



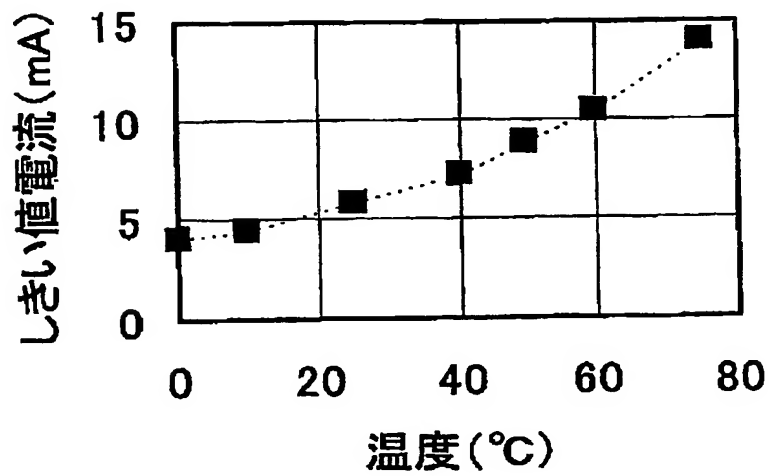
【図 3】



【図 4】

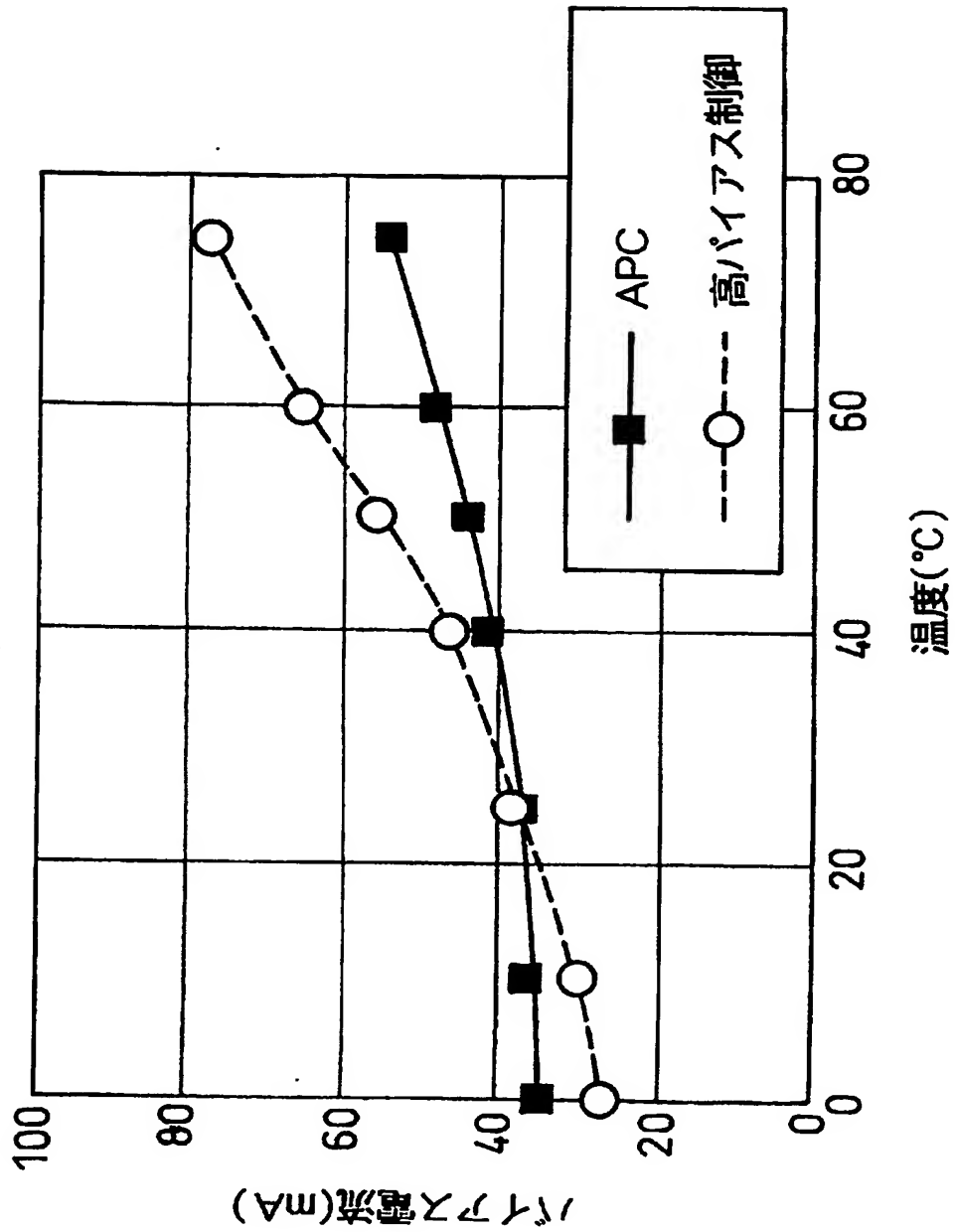


【図 5】

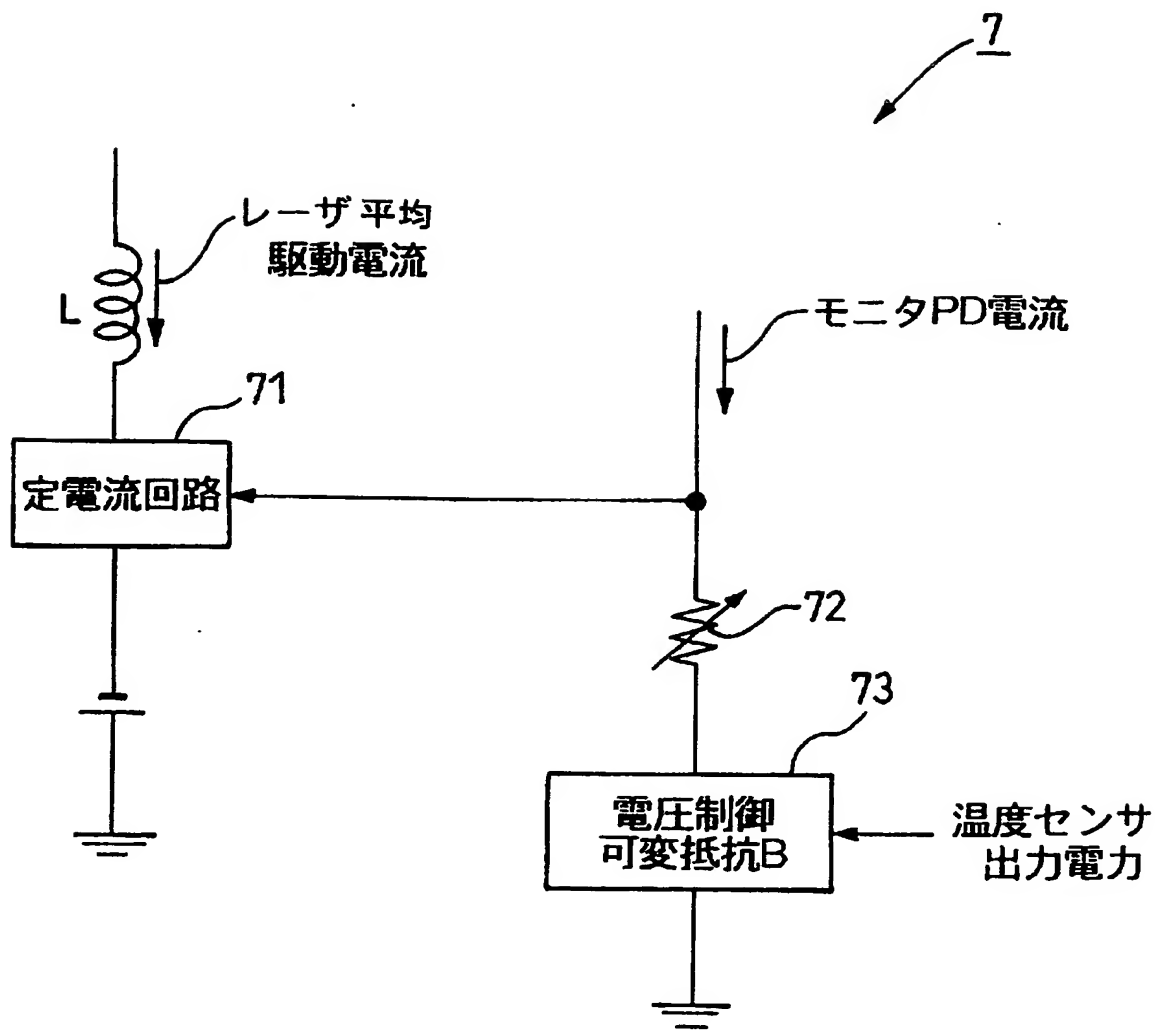




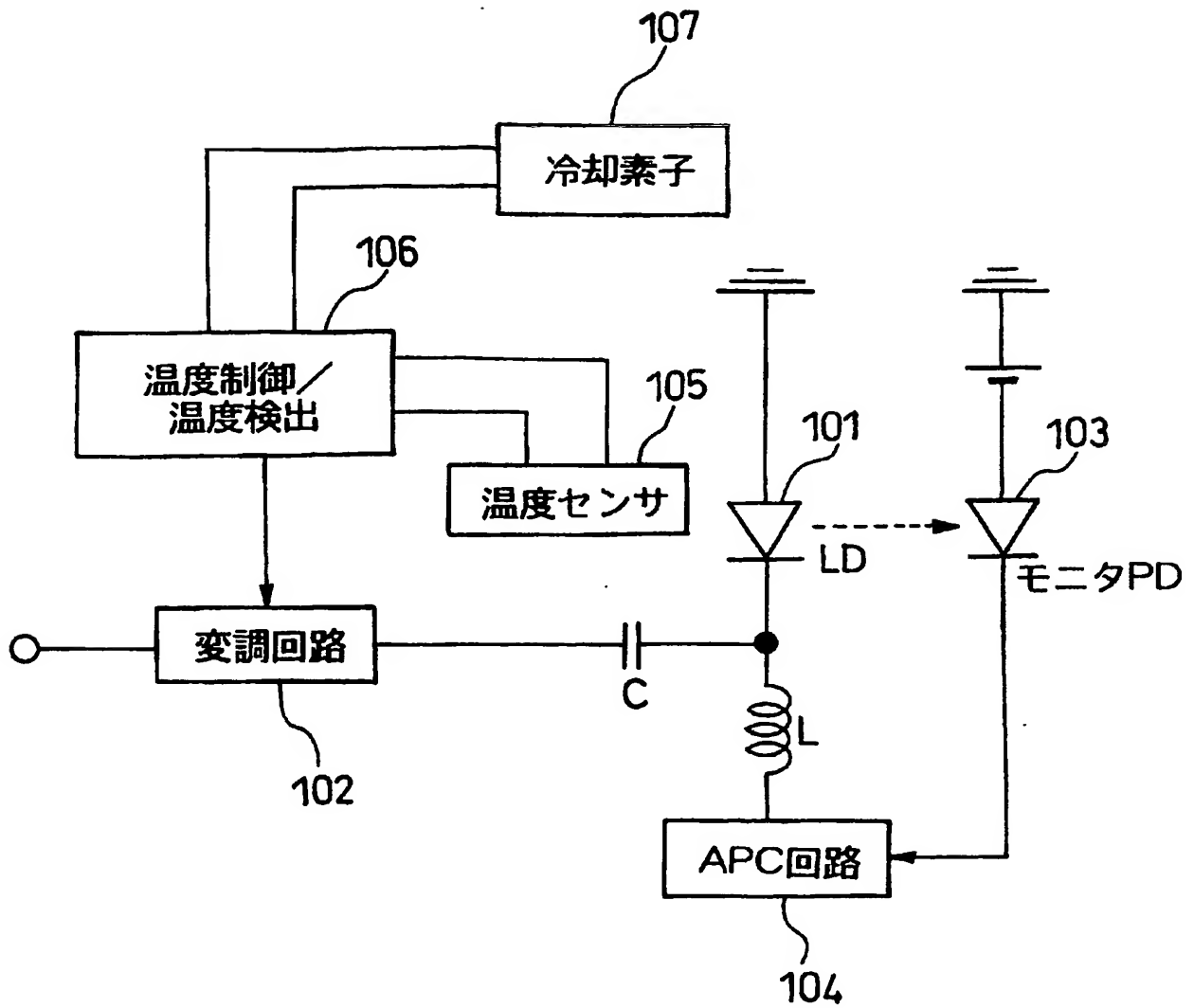
【図 6】



【図 7】

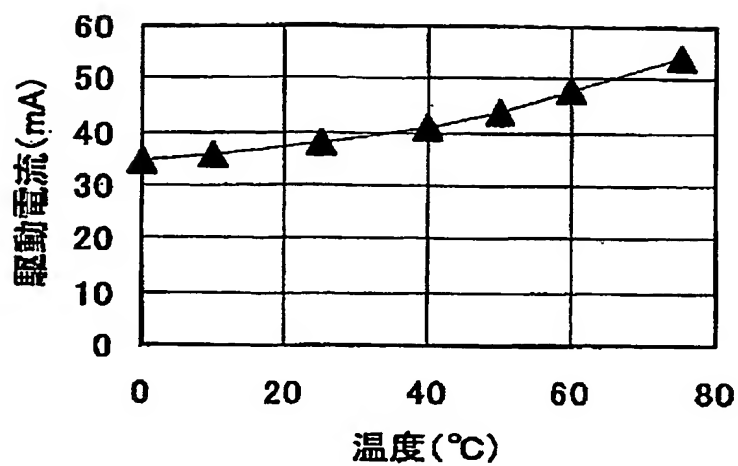


【図 8】



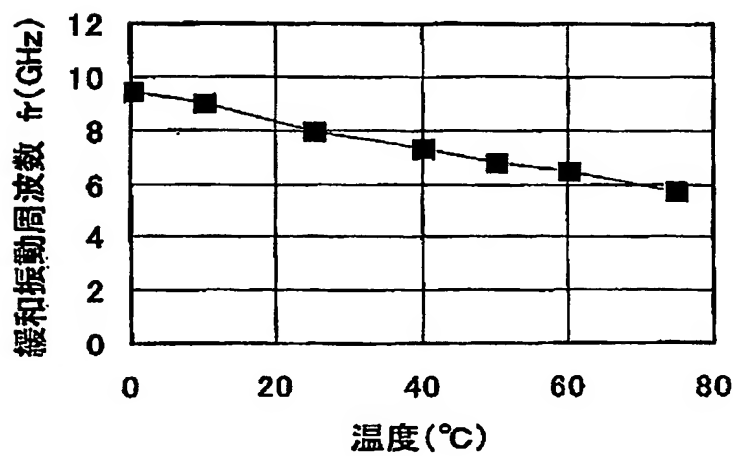
【図 9】

APC制御



【図 10】

APC制御



## 【書類名】 要約書

## 【要約】

【課題】 発光素子の周辺の環境温度が高温となった場合に、緩和振動に起因する発光素子の特性劣化を抑制することができる光送信器を提供する。

【解決手段】 半導体レーザ 3 を直接変調により光強度変調を行い、信号光を送信する光送信器において、半導体レーザ 3 に対して、この半導体レーザ 3 付近の環境温度が上昇すると、半導体レーザ 3 の平均光出力を増大させる平均駆動電流制御回路 7 を備えており、この平均駆動電流制御回路 7 は、温度検出回路 6 (温度センサ 5) の出力に応じて駆動電流を制御する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 4 - 0 0 7 7 8 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 8 2 1 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 8 日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
氏 名	松下電器産業株式会社

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/018129

International filing date: 06 December 2004 (06.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-007786  
Filing date: 15 January 2004 (15.01.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 03 March 2005 (03.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse